图书情报工作
第64卷 第4期 2020年2月

探索式搜索研究进展

■ 夏立新 周鼎 毕崇武 叶光辉
华中师范大学信息管理学院 武汉 430079

摘 要：[目的/意义]分析探索式搜索的研究现状和发展趋势，以促进本研究领域的学术创新以及应用创新。[方法/过程]利用文献综述法和对比分析法，从探索式搜索的概念研究、过程研究和理论研究3个方面介绍国内外探索式搜索的研究概况，并从研究内容、研究对象、研究方法、研究结论4个维度进行述评，包括探索式搜索影响因素、搜索结果优化以及探索式搜索系统构建研究，在此基础上对探索式搜索的研究趋势进行展望。[结果/结论]在大数据环境下，探索式搜索将沿着多技术融合、跨设备搜索的方向发展。在研究方法上，结合定量和定性的混合研究方法成为主流；在研究内容上，多技术与跨设备的探索式搜索、探索式搜索的学习机理研究和协同探索式搜索是未来可行的、具有较大研究价值的热点选题。
关键词：探索式搜索 用户行为 研究概况 发展趋势
分类号：G250
DOI：10.13266/j.issn.0252-3116.2020.04.012

1 引言

互联网的快速发展使信息搜索行为变得更加丰富和灵活，一个亟待解决的问题是“当前的搜索技术是否足以满足所有用户的需求？”传统的信息检索模型利用的是查询表达式与检索系统储存的文档相匹配的思想，为用户返回相关性结果。然而，对于现实世界中的大部分情况，用户的信息需求是模糊的，在不知如何进行搜索的情况下无法一次性形成恰当的问题表达式，这种基于查找模式的信息检索模型并不适用。自20世纪90年代以来，传统搜索方法无法反映用户与搜索系统交互的过程，也无法反映出信息需求在搜索期间如何变化以及背景因素如何影响搜索过程[1]。为了解决这一问题，G. Marchionini提出了新的信息搜索模式——探索式搜索(exploratory search)[2]，其更能体现出信息需求的不确定性及其动态性变化，客观地反映了人机交互行为。探索式搜索的研究始于2005年美国马里兰大学召开的“探索式搜索界面”专题研讨会[3]，随后2006年美国计算机协会开辟了探索式搜索专辑，此后国际计算机协会ACM(Association for Computing Machinery)多次举办了“探寻式搜索与人机交互”“探寻式搜索系统评价”等研讨会，这一系列探讨使得探索式搜索逐渐成为信息搜寻行为的热点研究领域之一。

“探索式搜索”概念的提出使得网络环境下对复杂信息搜索问题的研究更加深入。当用户不熟悉目标领域或者不确定搜索目标时，往往需要通过多次试探性的搜索来实现检索目的。为了满足人们日益增长的信息需求，为其提供更高效的检索工具尤为重要。因此研究探索式搜索的规律和特点，优化搜索过程并构建搜索系统，进而支持用户的高效搜索具有重要的学术价值和实践意义。与国外研究相比，从理论研究到方法研究再到系统研究，我国对探索式搜索研究的起步较晚、基础较薄弱，大部分研究集中在理论研究上，主要围绕探索式搜索的特点和影响因素展开，而国外的研究则相对具体和完整。本文从探索式搜索的研究概况出发，从研究内容、研究对象、研究方法和研究结论4个维度进行综述，在综述的基础上指出当前研究的不足之处，并提出未来研究建议，以为后续研究提供参考。

2 文献来源和研究思路

2.1 文献获取原则

为了保证数据的准确性、客观性、可靠性，本研究

作者简介：夏立新(ORCID:0000-0002-4162-2282)，教授，博士生导师；周鼎(ORCID:0000-0002-5181-2434)，硕士研究生；毕崇武(ORCID:0000-0001-7874-285X)，博士研究生；叶光辉(ORCID:0000-0001-8111-5034)，副教授，硕士生导师，通讯作者，E-mail:3879 4081@163.com。
收稿日期：2019-05-22 修回日期：2019-08-23 本文起止页码：103-112 本文责任编辑：易飞

在数据来源的选取、检索词的确定和筛选方式上做了细致的工作：

2.1.1 严格限制文献类型

仅选取研究型文献(期刊论文、会议论文)，排除新闻类、政策类等非研究型文献。

2.1.2 严格把控文献质量

中文文献优先考虑被 CSSCI 收录的文献，英文文献优先选择被 SSCI、SCI 收录的文献，并且综合考虑期刊的影响因素、引用率和作者研究水平等影响因素。

2.2 文献获取过程

关于探索式搜索行为的研究，国内的研究起步较晚，因此英文文献反映了当前探索式搜索行为的研究热点和研究前沿，本文研究对象以英文文献为主，中文文献为辅。在检索年限设定上不限起始时间，截止日期设定为 2019 年 1 月 30 日。

对于英文文献，笔者选取 4 个权威数据库(WoS、Emerald、Wiley 和 ACM)，以"exploratory search""exploratory retrieval"" exploratory seeking"作为检索词进行检索，检索字段限定为"主题"，得到相关论文 337 篇，严格遵守上述文献获取原则，为了保证文献相关性，通过浏览文章标题和摘要，去除主题相关度不高的文章，并通过对检索结果中的参考文献进行回溯检索，最终选取 42 篇英文文献。对于中文文献，选用的数据库为中国知网、万方和维普，选用"探索式搜索""探寻式搜索""探索式搜寻""探索式查找"等检索词进行主题检索，得到相关文献 23 篇，经过人工排查和回溯检索最终得到 17 篇中文文献。

2.3 研究框架

本文首先从概念研究、过程研究和理论研究 3 个方面梳理探索式搜索的知识脉络。其中，在概念研究上，介绍了探索式搜索的产生背景及其定义；在过程研究上，结合探索式搜索的特点，总结出探索式搜索过程图；在理论研究上，进一步详细描述了采莓模型、信息觅食模型和交互式信息搜索模型对探索式搜索发展的影响与促进作用。研究发现，当前对于探索式搜索的研究不再仅仅停留在感知和描述层面，越来越多的学者通过设计合理的用户行为实验来发现和揭示探索式搜索的特点和规律，而用户实验通常包括了研究内容、研究方法、研究对象和研究结论 4 个部分，其中研究内容包括了研究主题分析，因此本文从这 4 个维度对探索式搜索进行述评。

3 探索式搜索研究概况

3.1 探索式搜索概念研究

探索式搜索的定义是复杂和多方面的，从某种程度上来说，任何信息需求和实际的搜索行为都具有一定的探索性质。在探索式搜索的定义提出之前，已有相关研究对信息搜寻行为及其探索性进行讨论。T. D. Wilson[4] 认为信息搜寻行为是由不确定性引起的，而不确定性来自于人们所面临的问题，而信息搜索行为的本质就是为了解决问题从而消除不确定性。在信息搜索过程模型中 C. Kuhlthau[5] 提到伴随着理解的增加，不确定性会逐渐降低。R. W. White 等[6] 认为探索式搜索往往是由复杂的信息问题，以及对术语和信息空间结构的不良理解所驱动的。这种由问题情境引起的不确定性会伴随整个搜索过程，搜索者通常需要提交一个试探性的查询来选择最相关的文档结果，然后探索语境来更好地理解利用它，并且有选择地寻找并被动地获取有关其后续步骤的提示，随着搜索过程的不断深入，不确定性会不断的下降。由此可见，探索性贯穿于整个信息搜寻行为的过程中。

G. Marchionini[2] 将探索式搜索定义为一种无唯一答案的、持久发生的、多面性的信息搜寻问题背景和方向不确定、多次循环、多战术的信息搜寻过程，并强调探索式搜索与学习和研究活动特别相关。目前的搜索引擎、书目数据库和数字图书馆等可以为信息需求明确的用户提供充分的查询服务，但是当用户因缺乏知识、情境感知而难以形成查询语句时，搜索系统将难以满足用户需求[7]。与基于"提问 - 应答"的传统信息检索模式相比，在搜索的起始阶段，搜索者的信息需求和信息表达是模糊的、不确定的，而解决模糊或复杂的信息问题需要进行探索式搜索为，从事探索式搜索的人通常是：①搜索目标未知或者部分未知；②搜索从已知内容开始，在接触新的信息时变为未知或不熟悉的内容。搜索问题得到解决后，用户的知识水平和理解能力会得到提升，探索式搜索通常被认为是一种以"用户获取新知识"为中心，对用户具有挑战性的搜索活动[8]。探索行为不仅仅是探索性的搜索，还必须包括与知识获取和技能发展有关的复杂认识活动。

3.2 探索式搜索过程研究

探索式搜索是由问题情境驱动的，随着主题熟悉度和用户自身知识的增加，用户会收集信息并进行重新表示，减少了问题情境中固有的不确定性[9]。通常触发探索式搜索的因素可以归纳为信息需求、不确定性、结构不良信息、手头工作任务、好奇心等[1]。在探索式搜索期间，搜索者的信息需求会从最初模糊的状态发展成为已知和理解的状态，在信息需求发展的过

程中,搜索者的查询语句表达和识别相关信息的能力会随着问题理解水平的提高而提高,从而帮助搜索者做出更明智的决策。在这一过程中,搜索者的知识水平会发生变化,体现出“学习”的特征。由个人好奇心或者学习欲望驱使的探索式搜索更能体现出学习这一特点。袁红等[10]通过建立全面的探索式搜索学习行为指标,总结出个体学习的三阶段模型,认为在搜索过程中存在基础知识学习、主题内容学习和基于兴趣的专项学习这3个阶段。为了研究知识水平在搜索前后的改变情况,宋筱璇等[11]通过用户实验的方法,对用户在搜索前后撰写的知识内容进行评估,提出了一个综合数量与质量维度的用户知识评估方法,结果发现用户在知识的数量和质量上,均有显著的提高。可以看出,探索式搜索的过程均有学习的过程伴随其中。

在探索式搜索过程中有两项主要活动:探索式浏览和集中搜索[8]。探索式浏览主要体现在搜索过程中,浏览与搜索问题相关的文档,并对所查看的文档进行更进一步的探索,以促进信息发现。通过这种方式,浏览包括了启动、采样、选择、阅读、停止等行为,并且这些行为在搜索过程中是迭代反复的[12]。集中搜索通常包括一系列的导航来帮助用户遵循已知或预期的路径进行搜索,在搜索过程中,用户查询相关文档集合,浏览搜索结果附近的结果和文档,提取相关信息来实现搜索目标。探索式浏览和集中搜索体现出了探索式搜索过程的迭代性、多战术性、动态性的特征,搜索者需要对搜索结果进行分析、剔除、评估等,并在这一过程中不断地进行查询转换来预测和支持后续的搜索结果。通过对现有研究进行分析,将探索式搜索过程归纳如图1所示:

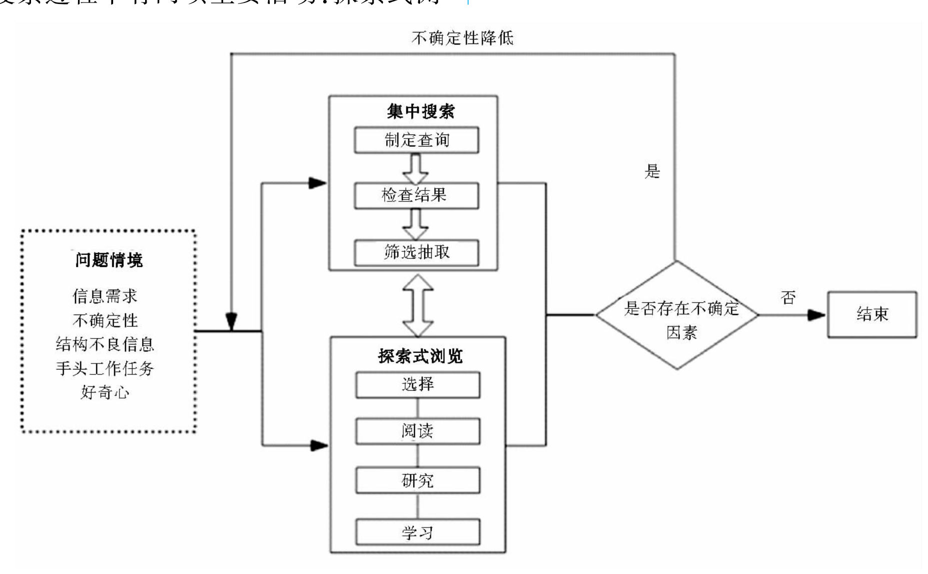


图1　探索式搜索过程

3.3　探索式搜索理论研究

在信息检索、信息行为、人机交互等领域可以寻求到探索式搜索的理论根源。在传统的信息搜索模式下,探索式搜索行为的理论研究主要是沿着搜索策略、人机交互到融合情景与认知的主线展开的。搜索策略的代表性理论是采莓模型(Berrypicking Model),从人机交互的视角出发,有代表性的理论研究是信息觅食理论(Information Foraging Theory),这两种理论皆是从用户的外在行为出发,而融合了情感与认知的交互式信息检索模型则弥补了探索式搜索的内在行为理论研究的不足。

(1)1989年,M. J. Bates提出了采莓模型[7],针对经典信息检索模型提出了“演进式搜索”理论,有别于传统的提问-应答检索模式,演进式搜索理论指出了真实环境下搜索的两个特征:①用户的查询表达式是不断变化的,并且搜索过程中遇到的新信息会给用户带来新的想法,用户的信息需求会发生动态的演进;②信息需求的满足不是由一组最优搜索结果实现的,在搜索的每一个阶段用户都会采集到一些有用的信息,将这些信息串联起来才能实现总体的检索目标。M. J. Bates的采莓模型强调了缺少明确任务的浏览和导航搜索行为也可以作为一种信息搜寻模式。

(2)信息觅食模型的主要思想源自于人类学家和生物学家用于解释动物如何寻找食物而提出的最佳觅食理论[13]。信息觅食理论更加关注搜索活动本身的演进过程,用户需要在花费的时间、金钱和精力与所获取的信息之间达到一种最优化的平衡,其假设人类成

功的适应性在很大程度上取决于复杂信息搜集、意义构建、决策和解决问题的策略。信息搜索过程呈现出以下特点:顺序识别和选择信息补丁,通过查询进行集中搜索,跟踪信息对象发出的信息气味从信息补丁移动到另一个进行探索式浏览,根据结果满意度结束搜索行为。采莓模型和信息觅食模型均强调了信息搜索是一个顺序发展的过程,与此同时,信息搜索是聚焦搜索和探索式浏览的交叉组合[1]。

(3)交互式信息搜索模型不再局限于系统本身的研究视角,更加注重用户与系统的交互过程,交互行为会影响用户的认知状态进而影响搜索结果。1991年C. C. Kuhlthau提出了信息搜索过程模型,其最显著的特点在于表现了行为、认知和情感三者的相互作用[5]。在此基础上,1995年G. Marchionini提出的信息搜寻过程模型考虑了信息任务、环境因素之间的交互作用对信息搜寻过程的系统性和偶然性的影响[14]。2007年P. Ingwersen等融入了整体认知方法,提出了交互式搜索认知框架[15]。这些模型不仅考虑了用户与系统的交互行为,同时还考虑了情景、认知对搜索行为的影响。

上述理论对探索式搜索都具有一定的解释作用,采莓模型和信息觅食模型主要强调了搜索者的外在行为,即信息环境对搜索的影响,交互式信息检索模型则侧重于搜索者的内在行为,例如认知、动机等因素对搜索的影响。这些理论模型对探索式搜索的理论发展提供了重要的推动力,但并未体现出搜索过程中的"探索性"特点。随着人机交互和信息检索研究领域的发展,关于探索式搜索的理论研究也会逐渐完善。

4 探索式搜索的研究维度

4.1 维度一:研究内容

通过文献梳理发现,研究目的主要集中在搜索的影响因素研究、搜索结果优化研究和搜索系统构建研究3个方面。搜索影响因素的研究在理论上可以进一步深入了解探索式搜索行为的规律和特点,为构建探索式搜索行为模型提供参考,在实践上有助于建立和完善探索式搜索系统。搜索结果的优化可以在搜索过程中帮助用户形成更精准的查询表达式并通过最短路径获得搜索结果。最后用户实现探索式搜索的工具和手段则需要构建探索式搜索系统。

4.1.1 搜索影响因素研究

研究内容主要集中于"探索式搜索的影响因素有哪些"以及"产生什么样的影响"。经过阅读文献归纳总结发现,探索式搜索的影响因素主要表现在用户认知、情绪、搜索任务和搜索能力这四个方面。研究问题主要归纳为:①用户认知和搜索结果满意度如何互相影响?②探索式搜索过程中搜索者的认知变化和改变过程是怎样的?③情绪如何影响探索式搜索过程?④用户搜索能力和任务类型对探索式搜索行为的影响有哪些?

4.1.2 搜索结果优化研究

由于探索式搜索任务的复杂性,在行动、战术和战略层面上涉及到各种搜索活动,有大量的研究旨在为探索式搜索过程提供优化搜索结果的方法。在搜索的过程中存在大量搜索目标转移的现象,针对这种现象有不少研究提出查询推荐方法,并且对搜索过程进行动态预测和搜索路径推荐,最后对搜索结果进行过滤、分类和排序,对搜索结果的优化研究主要围绕三个方面展开:①优化搜索策略;②搜索过程的个性化推荐与预测;③搜索结果过滤。

4.1.3 搜索系统构建研究

随着探索式搜索理论的不断发展以及对搜索结果优化方法的不断摸索,如何构建支持探索式搜索的系统成为研究热点。由于探索式搜索的搜索背景和搜索过程具有探索性和不确定性的特征,相较于传统的信息检索系统而言,当前探索式搜索系统的主要功能特点表现为:①支持查询和快速查询优化,系统帮助用户调整和定制查询表达式;②提供可视化支持搜索,系统对正在进行搜索的集合进行可视化表示;③对搜索结果进行分类与排序,降低信息空间的密度,凸显关键信息。

4.2 维度二:研究对象

探索式搜索行为的实验研究遵循行为科学研究的基本规律,实验的首要任务是选择实验对象。表1列举了探索式搜索行为实验招募的研究对象基本情况。总体上,研究者在选择研究对象时主要考虑到实验对象的人口统计变量特征(包括性别、年龄、教育背景)和个人特征(包括信息素养、检索能力)。研究者将研究对象的性别比例控制在1:1左右,在一定程度上消除了性别因素对实验造成的影响,同时,为了保证实验的数据量,实验人数平均控制在35人左右。实验者的教育背景以本科生和研究生为主,对于来自不同专业背景和同一专业背景的研究者均有选择。考虑到探索式任务通常具有一定的难度,在选择实验对象时,为了确保实验者可以顺利完成搜索任务,在实验开始前研究者通常通过问卷调查法筛选出具有一定信息素养和

夏立新，周鼎，毕崇武，等.探索式搜索研究进展.[J].图书情报工作,2020,64(4):103－112.

检索能力的实验者,将其根据信息检索能力调查测试的结果分为高分组和低分组进行实验。

表 1　探索式搜索行为研究对象基本情况

典型研究	人数(个)	男女比例	年龄(岁)	基本情况
张敏等[16]	24	1:2	20－35	本科及以上学历
袁红等[17]	20	1:1	/	搜索能力高、低分组实验者各 10 人。高低年级分布均匀、专业分布广泛
魏丽等[18]	31	/	/	在校本科生和研究生;高分组 14 人,低分组 17 人
冯佳等[19]	43	/	/	根据检索能力分为高分组和低分组
王宇等[20]	31	1:2.4	18－25	高分组 14 人,低分组 17 人
张云秋等[21]	51	1:1	/	在校的医学专业高年级大学生和研究生
张云秋等[22]	42	1:1	/	医学专业高年级大学生
李月琳等[23]	48	1:1.5	/	本科生、硕士 研究生和博士研究生各 16 名,分别来自数学、化学、经济学、历史学、图书馆学、情报学等 33 个不同专业,其中有 31.2% 的 人曾接受过信息检索方面的训练
Z. Carevic 等[24]	32	1:1	25－35	用户实验分为两组。A 组包括 16 名学生,B 组由 16 名博士后研究人员组成。所有参与者都是来自不同研究领域的社会科学家
H. Chathra 等[25]	68	1:1.4	18－24	学历均为本科学生
S. Lu 等[26]	16	1:1	20－29	大多数人已经进行了 3 年或更长时间的在线搜索(68.8%),大多数报告每天搜索 5 次或更多次(93.8%),每个人都有图像搜索的经验
C. Shah 等[27]	68	1:1.4	18－24	被分成 12 名个人、10 个二人小组、12 个三人小组。所有参与者都表示具有中级到高级搜索技能
A. BozzonN 等[28]	42	6:1	AVE23	大约 65% 是硕士和博士,14% 是 IT 专业人员,21% 是其他专业雇员;在专业知识方面,71% 表示自己对高级搜索软件很熟悉,21% 表示对网络搜索熟悉,9% 表示自己会基本的搜索操作
R. Singh 等[29]	20	1.2:1	21－45	被分为 4 组。其中,4 名本科生,5 名研究生,其余 11 名来自不同行业
Y. Qu 等[30]	30	1:1.3	/	密歇根大学工程学院和信息学院的研究生,所有参与者都很熟悉网络搜索,包括使用搜索引擎和搜索策略,并且对实验主题不熟悉
P. Papadakos 等[31]	13	1.6:1	20－30	分为两组:高级组 3 人,普通组 10 人,高级用户在使用聚类和多维浏览方面有丰富经验
J. W. Ahn 等[32]	34	/	AVE26	招募要求为:①语言上,母语为英语或相似语言;②信息搜索能力上,参加过信息检索课程或者附属于相关机构;③教育上,就读于匹兹堡大学和卡内基梅隆大学。共 27 名研究生,7 名本科生

注:表中 AVE 表示平均年龄

研究者没有客观说明控制各种自变量和进行划分的原因,例如年龄、性别分布、划分组数等,笔者认为进一步说明控制和划分的依据有助于提高实验结果的可信度以及增加实验的外在效度。当前研究对象的选择很大程度上是针对在校大学生和研究人员,对于受教育水平低、中老年等特定群体的研究较少,研究不同群体的搜索行为规律对于提高特定人群的搜索效率具有重要的意义。

4.3　维度三:研究方法

笔者采用用户信息行为的研究方法体系来构建探索式搜索行为的研究方法体系,根据研究内容的不同类型,将其分为探索式搜索影响因素、探索式搜索结果优化、探索式搜索系统构建 3 个方面,详见表 2。

定量研究、定性研究和混合方法研究是当前社会科学领域常用的研究方法[33]。通过对文献的梳理发现,当前对探索式搜索行为的研究方法大多摒弃了单一的研究方法而采用了混合方法的研究。从整体上来看,“问卷调查法＋实验法＋日志分析法”是探索式搜索行为的主要研究方法。在探索式搜素影响因素研究方面,大多数学者采用的方法是“问卷调查法＋访谈法＋日志分析法”;在探索式搜索结果优化研究方面,“模拟实验法＋日志分析法”成为主要的方法组合;在探索式搜索系统构建方面,“问卷法＋模拟实验法＋日志分析法”的方法组合使用得最多。总体来说,混合研究方法中,定量研究方法的比重较大,定性研究方法中的观察法、有声思维法使用较少,通过比较可以发现,随着对探索式搜索行为研究的不断深入,搜索过程中参与者的行为表现以及搜索细节越来越受到关注,眼动追踪法、屏幕录制分析法和有声思维法也逐渐地被重视起来。

从研究方法的介入性角度出发,介入性是指在数据采集阶段被研究的对象是否受到研究本身的干扰[34]。探索式搜索研究中运用最为广泛的问卷法、访谈法、实验法是典型的介入性方法,而非介入性方法包括了观察法、有声思维法以及非实验环境下的日志分析法。用户的搜索行为可能在一定程度上会受到实验环境的影响,从而产生霍桑效应,因此,笔者认为在以后的研究中应当更多采用非介入性研究方法，避免或

表 2 探索式搜索研究方法体系

研究目的	文献来源	研究方法								
		访谈法	问卷法	模拟实验法	模型法	日志分析法	眼动追踪法	屏幕录制法	有声思维法	观察法
影响因素	张敏等[16]	√	√	√				√		
	袁红等[17]	√	√			√		√		
	魏丽等[18]					√		√		
	冯佳等[19]					√				
	王宇等[20]	√	√				√			
	张云秋等[21]	√	√			√			√	
	张云秋等[22]		√			√				
	P. Willett 等[35]	√	√	√		√				
结果优化	Z. Carevic 等[24]						√	√		
	C. D. Sciasci[36]			√	√					
	H. Sun 等[37]			√	√					
	H. Chathara 等[25]				√	√				
	P. M. Herceg 等[38]		√	√						√
	C. Shah 等[39]			√		√				
	B. Zhang[40]			√		√				
	C. Shan 等[27]	√	√	√		√				
	P. Paradako 等[31]			√		√				
	Y. Qu 等[30]	√	√	√		√				
系统构建	Y. Fukazaw 等[41]		√	√						
	M. Halvey 等[42]		√	√		√				
	A. Bozzon 等[28]		√	√		√				
	R. Singh 等[29]		√	√						
	O. Hoeber 等[43]		√	√		√				
	J. W. Ahn 等[32]	√	√	√		√				

减少外界的介入一方面有利于弱化观察者效应,另一方面有利于消除观察者偏见。由此可见,探索式搜索行为研究方法将朝着混合方法的趋势发展。

4.4 维度四:研究结论

对现有研究结论进行总结,研究成果主要从搜索行为影响因素研究、搜索结果优化研究和搜索系统构建研究 3 个方面进行归纳。可以看出,影响因素研究是从理论层面展开的,而搜索结果优化与系统构建研究是从实践层面展开研究的。

4.4.1 探索式搜索影响因素研究结论

包括:①在认知方面,认知被分为目标认知、知识认知、难度认知和搜索认知[16],用户认知会显著影响搜索结果满意度,目标认知和知识认知正向影响搜索结果满意度,搜索认知和难度认知负向影响搜索结果满意度;②在情绪方面,情绪被分为正面情绪和负面情绪,随着搜索任务复杂程度的增加,相较于正面情绪,搜索过程中的负面情绪呈现出集中的趋势,情绪变化也呈现出阶段性变化的特点。负面情绪中,焦虑会影响探索式搜索的部分过程变量,情绪较为焦虑的搜索者在搜索过程中表现出注意力相对分散的特征,更倾向于减少搜索次数以更快的速度完成搜索,进而影响搜索结果的满意度[16];③在搜索任务方面,随着任务复杂度的增加,用户的搜索行为会更加深入和开放,搜索结果的关联更紧密[17,19];用户的搜索能力越强,其搜索程度更深、范围更广、效率越高[18]。④在搜索能力方面,搜索能力相较于搜索任务对探索式搜索的影响较小。搜索能力对搜索行为、注视频率有较大的影响,对注视时长的影响不大,具体表现在浏览网页的数量、使用检索词的次数和浏览时间上无较大差异上[20]。但搜索能力强的受试者在检索最开始阶段使用的切入词更加准确和统一,同时搜索过程进行得更加深入、广泛和活跃。

4.4.2 探索式搜索结果优化研究结论

包括:①在优化搜索策略方面,Z. Carevic 等[24]通过用户调查研究,发现用户最常见的搜索策略是关键词搜索,然后是浏览参考文献和引文以及作者搜索。为了加强关键词搜索,J. Waitelonis 等[44]展示了如何使用链接的开放数据来促进对视频数据的探索式语义

搜索。针对交互不足和结果不佳的现象，P. Paradakos 等[31]提出了一种允许用户使用静态和动态挖掘的元数据逐渐限制用户关注焦点的方法。②在对搜索过程得预测和推荐方面，H. Sun 等[37]提出面向主题的探索式搜索方法，旨在为用户提供浏览指导以促进发现新的联想和知识，帮助用户找到感兴趣的信息和知识。用户在进行搜索时可能需要除查询建议以外的帮助和推荐，C. Hendahewa 等[25]提出一种搜索路径推荐方法，利用搜索过程预测模型评估用户的搜索表现，基于在相似情景下其他用户的搜索行为向用户推荐搜索跟踪路径，结果表明推荐的搜索路径顺序优于随机搜索路径顺序，有利于提高整体搜索效率。C. Ma 等[45]根据搜索目标转换过程中用户的行为特征，使用机器学习的方法从搜索引擎日志中提取所有查询项构建搜索目标转换图，最后通过随机游走算法得到搜索目标转换图中的查询建议。大多数信息检索系统忽略了信息搜索的基础过程，在执行探索式搜索任务中，C. Shah 等[39]通过机器学习的方法对搜索过程的每个给定时间点动态评估和预测搜索性能。③对搜索结果进行过滤主要通过分类和排序的方式实现。在探索式搜索的页面中，搜索结果通常以相关性排名的形式返回，C. D. Sciascio 等[36]引入一个交互式用户驱动工具，与传统排名方法相比，使用该工具收集与兴趣相关的结果会给用户带来较低的认知负荷。在分类方法上，P. M. Herceg 等[38]提出了一种探索性的搜索策略以帮助专业信息搜索者有效分类所有的数据，这种策略可以将大量信息减少成为一个可管理的、高精度的数据集。

4.4.3 探索式搜索系统构建研究结论

包括：①在优化查询表达式方面，O. Hoeber 等[43]开发了 WordBars，旨在用户进行 Web 搜索和探索搜索任务时，为其查询优化和探索搜索结果提供有价值的支持。M. Schraefel 等[46]提出 mSpace 交互模型和软件框架，此框架通过支持多种方式来改善对信息的访问从而支持搜索。S. Lu 等[26]开发了一种允许用户在浏览和搜索的过程之间无缝切换，自然地完成基于视觉的探索式搜索任务的系统。R. Singh 等[29]为探索式 Web 搜索提供了一种新的表示交互范例，它允许从不同的语义角度对查询结果进行同步呈现。②在搜索集合可视化方面，J. W. Ahn 等[32]提出集成交互式可视化和个性化搜索的特定方法，并介绍了可视化的搜索系统 VIBE。H. Kai 等[47]设计了一个 Picass 系统，体现出了渐进式可视化、增量处理查询公式、多流结果探索墙的特点，为可视化、探索和分析搜索结果提供可能的搜索方向。③在对搜索结果进行分类与排序方面，Y. Fukazawa 等[41]设计了探索式搜索活动搜索系统，提出 ConceptNet 加权查询扩展算法和查询扩展结果的排序算法，结果发现搜索系统的新颖性和偶然性均有所增加。M. Halvey 等[42]介绍了一种视频分组、组织和推荐系统 ViGOR，其允许语义分组搜索，利用了基于浏览历史进行视频推荐的方法。

5 结语

5.1 研究总结

当前对于探索式搜索的研究还存在一些不足，具体表现为在研究内容上：①关于理论研究，探索式搜索的理论借鉴了信息搜索行为的相关理论，但尚未形成明晰的理论框架。实验环境下的行为研究内容主要集中在某种资源或某一领域，尚没有在真实情境下构建行为模型从而扩展为具有普适性的行为模型。②当前对探索式搜索的影响因素的研究主要是从“人”和搜索任务本身的角度出发，对人口统计特征以及不同的教育程度和信息素养等因素并未予以考虑。探索式搜索行为属于人机交互行为，同时需要考虑计算机和外部信息环境，例如信息源的选取、检索系统的页面设计、社会环境对探索式搜索的影响等因素值得研究。③当前探索式搜索系统通常只提供一种交互模式，在进行探索式搜索时，用户可能需要采用多种交互模式。除了作为搜索工具之外，探索式搜索是一项伴随学习行为和研究行为的活动，因此构建探索式搜索系统应当考虑系统的使用乐趣和吸引力，更好地发挥提高用户知识水平和理解能力的作用。

在研究方法上，混合研究方法依然是主流。探索式搜索行为并非简单的线性行为活动，它伴随着复杂的情感认知变化过程，而且在搜索过程中存在诸多不确定因素，而结构化的数据采集方法需要对研究对象进行预先假设，稍偏差就会影响实验数据的有效性。半结构化或者深度采访的数据采集方法能够有效保证数据的可靠性和真实性。探索式搜索的描述性研究多于解释性的研究，定量研究方法的研究结果通常是描述性的结论，能够描述现象之间的关系和现象的特征，很少可以发现现象的因果关系，定性的研究方法如观察法、有声思维法和小组讨论等，能够更近一步发现探索式搜索的行为规律及特点。

5.2 研究展望

通过对目前研究成果的分析，关于探索式搜索的研究已经取得较大的进展，但尚存一些研究空白可供

未来研究参考。从信息技术的发展趋势来看,多设备与多技术的环境下,用户的信息搜索行为会更加多样化,由此也会产生大量的用户行为数据;从探索式搜索本身的特点出发,探索式搜索过程也是用户学习的过程,如何优化搜索过程以促进用户的知识获取值得探讨。在此,笔者对未来探索式搜索研究的发展方向进行大胆预测。

5.2.1 多技术与跨设备的探索式搜索研究

虚拟现实和移动设备的技术进步为探索式搜索系统创造了大量的机会,用户搜索设备的多样化和不断增多,使得跨越不同设备进行搜索成为趋势。用户在进行搜索活动时会受到外界环境、设备功能等因素的干扰从而中断搜索行为,进而转向其他搜索设备[48]。伴随着兴趣和查询表达式的变化,如何在多技术融合的环境下帮助用户高效地进行人机交互将成为未来探索式搜索的研究方向之一。

5.2.2 以大数据为依托的探索式搜索研究

随着大数据技术的完善,当前以数据为中心的用户信息行为研究范式已形成。不同的环境和设备都会产生大量的行为数据,采用数据挖掘技术对行为数据进行分析,发现探索式搜索的行为模式,从而支持系统的开发;以大数据为依托,利用信息空间内其他用户的搜索行为为用户提供相似的搜索路径和相关文档,使用户的搜索更加便捷,为用户在未知领域进行探索式搜索带来更精准的推荐服务和预测支持。

5.2.3 探索式搜索中的学习机理研究

探索式搜索过程也是一种用户自身进行知识构建和知识创新的过程。袁红等[10]探讨了搜索行为与学习行为的相关性,构建了较为全面的探索式搜索行为与学习行为指标。笔者认为,除了对学习效果的指标建立的评估之外,学习型的搜索行为不能忽略情感因素变化对学习效果的影响,因此从情感和认知的角度出发对学习机理进行分析有待进一步加强。

5.2.4 协同探索式搜索研究

探索式搜索并不总是一项单独的活动,多主题的探索式任务往往涉及多人参与,协同探索式搜索可以更高效地完成搜索任务。此外,当前研究更多关注于用户独立的探索式搜索活动,忽略了人际信息交流可能会贯穿于整个信息搜索过程,少有提及社会交互对探索式搜索的影响。在信息爆炸的时代向他人寻求帮助的现象较为普遍,用户之间的信息交流更加频繁,向他人寻求帮助的现象愈加普遍,探索式搜索的社会化支持研究需要被重视起来。

参考文献:

[1] SAVOLAINEN R. Berrypicking and information foraging: comparison of two theoretical frameworks for studying exploratory search [J]. Journal of information science, 2018, 44(5): 580-593.
[2] MARCHIONINI G. Exploratory search: from finding to understanding[J]. Communications of the ACM, 2006, 49(4): 41-46.
[3] WHITE R W, KULES B, BEDERSON B. Exploratory search interfaces: categorization, clustering, and beyond[EB/OL]. [2012-12-26]. http://research.microsoft.com/en-us/um/people/ryenw/papers/WhiteSIGIRForum2005b.pdf.
[4] WILSON T D. Models in information behavior research[J]. Journal of documentation, 1999, 5(3):249-270.
[5] KUHLTHAU C C. Inside the search process: information seeking from the user's perspective[J]. Journal of the American Society for Information Science, 1991, 42(5): 361-371.
[6] WHITE R W, KULES B, DRUCKER S M. Supporting exploratory search, introduction, special issue, communications of the ACM [J]. Communications of the ACM, 2006, 49(4): 36-39.
[7] BATES M J. The design of browsing and berrypicking techniques for the online search interface[J]. Online review, 1989, 13(5): 407-424.
[8] WHITE R, ROTH R. Exploratory search: beyond the query-response paradigm[J]. Synthesis lectures on information concepts retrieval & services, 2009, 1(1):1-98.
[9] DERVIN B. Useful theory for librarianship: communication, not information[J]. Drexel library quarterly, 1977, 13(3):16-32.
[10] 袁红,施晓玲. 搜索与学习:探索式搜索中的个体学习行为研究[J]. 情报理论与实践,2019,42(3):36-42.
[11] 宋筱璇,刘畅. 搜索前后用户知识水平的评估及其变化情况分析[J]. 图书情报工作,2018,62(2):108-116.
[12] BATES M J. What is browsing - really? a model drawing from behavioural science research[J]. Information research, 2007, 12(4):646-656.
[13] PIROLLI P, CARD S. Information foraging in information access environments[C]// Association for Computing Machinery, Proceedings of the CHI'95 ACM conference on human factors in computing systems. New York: ACM Press, 1995:51-58.
[14] MARCHIONINI G. Information seeking in electronic environments [M]. London: Cambridge University Press, 1995.
[15] INGWERSEN P, JÄRVELIN K. The turn: integration of information seeking and retrieval in context[M]. Heidelberg:Springer Science & Business Media, 2006.
[16] 张敏,唐国庆,张艳. 用户认知与情绪对探索式网络搜索行为的影响:一项实验研究[J]. 情报资料工作,2018(3):80-87.
[17] 袁红,李秋. 搜索任务和搜索能力对用户探索式搜索行为的影响研究[J]. 图书情报工作,2015,59(15):94-105.
[18] 魏丽,张云秋. 探索式搜索行为的日志挖掘研究[J]. 图书情报工作,2014,58(11):21-28.
[19] 冯佳,张云秋. 基于浏览器日志分析的探索式搜索行为研究

[J].图书情报工作,2014,58(11):13-20,129.
[20] 王宇,张云秋.探索式搜索行为的眼动研究[J].图书情报工作,2014,58(11):29-35.
[21] 张云秋,安文秀,于双成.探索式搜索中用户认知的实验研究[J].情报理论与实践,2013,36(6):73-77.
[22] 张云秋,安文秀,冯佳.探索式信息搜索行为研究[J].图书情报工作,2012,56(14):67-72.
[23] 李月琳,樊振佳,孙星明.探索式搜索任务属性与信息搜索行为的关系研究[J].情报资料工作,2017(1):54-61.
[24] CAREVIC Z, LUSKY M, VAN HOEK W, et al. Investigating exploratory search activities based on the stratagem level in digital libraries[J]. International journal on digital libraries, 2018, 19(2/3): 231-251.
[25] HENDAHEWAA C,SHAHB C. Evaluating user search trails in exploratory search tasks[J]. Information processing & management, 2017,53(4):905-922.
[26] LU S, MEI T, WANG J, et al. Browse-to-search: interactive exploratory search with visual entities[J]. ACM transactions on information systems, 2014, 32(4):1-18.
[27] SHAH C, HENDAHEWA C, GONZALEZ-IBANEZ R. Two's company, but three's no crowd: evaluating exploratory web search for individuals and teams. ASLIB journal of information management[J].2015,67(6):636-662.
[28] BOZZON A, BRAMBILLA M, CERI S, et al. Exploratory search framework for Web data sources[J]. Vldb journal, 2013, 22(5): 641-663.
[29] SINGH R, HSU Y W, MOON N. Multiple perspective interactive search: a paradigm for exploratory search and information retrieval on the Web[J]. Multimedia tools and applications, 2013, 62(2): 507-543.
[30] QU Y, FURNAS G W. Model-driven formative evaluation of exploratory search: a study under a sensemaking framework[J]. Information processing and management, 2008, 44(2):534-555.
[31] PAPADAKOS P, ARMENATZOGLOU N, KOPIDAKI S, et al. On exploiting static and dynamically mined metadata for exploratory Web searching[J]. Knowledge and information systems, 2012, 30(3):493-525.
[32] AHN J W, BRUSILOVSKY P. Adaptive visualization for exploratory information retrieval[J]. Information processing & management, 2013, 49(5):1139-1164.
[33] 朱庆华,赵宇翔.情报学中混合方法研究的理论探索和应用[J].情报学报,2013,32(12):1236-1247.
[34] WEBB E J, CAMPBELL D T, SCHWARTZ R D, et al. Unobtrusive measures: nonreactive research in the social sciences [M]. Chicago:Rand McNally,1996.
[35] WILLETT P, GOODALE P, DAVID CLOUGH P, et al. Cognitive styles within an exploratory search system for digital libraries[J]. Journal of documentation, 2014, 70(6):970-996.
[36] SCIASCIO CD, SABOL V, VEAS E. Supporting exploratory search with a visual user-driven approach[J]. ACM transactions on interactive intelligent systems,2017,7(4):1-35.
[37] SUN H, JIANG C, DING Z, et al. Topic-oriented exploratory search based on an indexing network[J]. IEEE transactions on systems, man, and cybernetics: systems, 2015, 46(2):234-247.
[38] HERCEG P M, ALLISON T B, BELVIN R S, et al. Collaborative exploratory search for information filtering and large - scale information triage[J]. Journal of the association for information science and technology, 2018, 69(3): 395-409.
[39] SHAH C, HENDAHEWA C, GONZÁLEZ-IBÁÑEZ R. Rain or shine? forecasting search process performance in exploratory search tasks[J]. Journal of the Association for Information Science and Technology, 2016, 67(7): 1607-1623.
[40] ZHANG B. A new query recommendation method supporting exploratory search based on search goal shift graphs[J]. IEEE transactions on knowledge and data engineering, 2018, 30(11): 2024-2036.
[41] FUKAZAWA Y, KARAPETSAS E, ZHU D, et al. Exploratory activity search[J]. International journal of knowledge-based and intelligent engineering systems. 2015,19(1):15-25.
[42] HALVEY M, VALLET D, HANNAH D, et al. Supporting exploratory video retrieval tasks with grouping and recommendation[J]. Information processing & management, 2014, 50(6): 876-898.
[43] HOEBER O, YANG X D. Evaluating WordBars in exploratory Web search scenarios [J]. Information processing & management, 2008, 44(2): 485-510.
[44] WAITELONIS J, SACK H. Towards exploratory video search using linked data[J]. Multimedia tools and applications, 2009,59(2): 540-545.
[45] MA C, ZHANG B. A new query recommendation method supporting exploratory search based on search goal shift graphs[J]. IEEE transactions on knowledge and data engineering, 2018,30(11): 2024-2036.
[46] SCHRAEFEL M M C, WILSON M, RUSSELL A, et al. Mspace: improving information access to multimedia domains with multimodal exploratory search[J]. Communications of the ACM, 2006, 49(4):47-49.
[47] KAI H, SOURAV S B, SHUIGENG Z, et al. PICASSO: exploratory search of connected subgraph substructures in graph databases[J]. Proceedings of the VLDB endowment,2017,10(12):1861-1864.
[48] 吴丹,梁少博.多设备环境下网络信息搜索行为研究综述[J].中国图书馆学报,2015,41(6):109-127.

作者贡献说明：

夏立新：论文拟题,提出思路,提出修改意见;
周鼎：负责论文框架设计,文献采集,论文撰写与修改;
毕崇武：参与论文框架设计,论文修改;
叶光辉：参与论文框架设计,论文修改。

Research Progress in Exploratory Search

Xia Lixin　Zhou Ding　Bi Chongwu　Ye Guanghui
School of Information Management, Central China Normal University, Wuhan 430079

Abstract: [Purpose/significance] Analyzing the research status and development trend of exploratory search to promote academic innovation and application innovation in the field of exploratory search. [Method/process] This paper used the literature review method and comparative analysis method to introduce the research situation of exploratory search at home and abroad from the aspects of conceptual research, theoretical research and process research of exploratory search, and reviewed it from three dimensions: research purpose, research content and research method, including the influencing factors of exploratory search, the optimization of search results and the construction of exploratory search system research, on the basis of this, the research trend of exploratory search was prospected. [Result/conclusion] In the big data environment, exploratory search will develop along the direction of multi-technology integration and cross-device search. In terms of research methods, combined with quantitative and qualitative hybrid research methods has become the mainstream; in the research content, multi-technology and cross-device exploratory search, exploratory search learning mechanism research and collaborative exploratory search are hot topics with great research value in the future.

Keywords: exploratory search　user behavior　research overview　development trend

《图书情报工作》2019 年优秀审稿专家

2019 年,有近 310 位审稿专家参加了《图书情报工作》稿件的同行评议工作,共评审稿件 1500 余篇,审阅 6 篇及以上的专家有 119 位。审稿专家们高质量、高效的同行评议为《图书情报工作》遴选高质量稿件提供了保障。综合考虑今年以来的审稿篇数、质量和时效,《图书情报工作》评选出 61 位 2019 年优秀审稿专家(名单如下,按姓名拼音排序)。《图书情报工作》为优秀审稿专家颁发证书并免费赠送一年期刊的电子版。感谢所有审稿专家对《图书情报工作》的大力支持!

审稿人	工作单位
安　璐	武汉大学信息管理学院
白如江	山东理工大学科技信息研究所
曹锦丹	吉林大学公共卫生学院
曹树金	中山大学资讯管理学院
陈　翀	北京师范大学政府管理学院
储节旺	安徽大学图书馆
崔海媛	北京大学图书馆
邓胜利	武汉大学信息管理学院
丁敬达	上海大学图书情报档案系
樊振佳	南开大学商学院
方向明	上海大学图书馆
冯　佳	上海社会科学院
甘春梅	中山大学资讯管理学院
高　凡	西南交通大学
高　洁	天津师范大学
郭春侠	安徽大学管理学院
韩　毅	西南大学计算机与信息科学学院
何　琳	南京农业大学信息科学技术学院
黄国彬	北京师范大学政府管理学院
黄丽霞	黑龙江大学信息管理学院
黄令贺	河北大学管理学院
贾君枝	中国人民大学
李　刚	南京大学信息管理学院
李　晶	中山大学资讯管理学院
李　明	南京大学信息管理学院
李　睿	四川大学公共管理学院
李书宁	北京师范大学图书馆
李　武	上海交通大学媒体与传播学院
李卓卓	苏州大学
刘　畅	北京大学信息管理系
刘春丽	中国医科大学图书馆

审稿人	工作单位
刘　勘	中南财经政法大学
刘敏榕	福州大学图书馆
刘晓娟	北京师范大学政府管理学院
马　捷	吉林大学管理学院
马学良	国家图书馆
茆意宏	南京农业大学信息科学技术学院
牟冬梅	吉林大学公共卫生学院
庞弘燊	深圳大学
秦　鸿	电子科技大学图书馆
秦小燕	北京航空航天大学图书馆
邵　波	南京大学
盛小平	上海大学图书情报档案系
苏新宁	南京大学
汪雪锋	北京理工大学
王丹丹	河南科技大学
王文韬	安徽大学管理学院
武慧娟	东北电力大学经济管理学院
肖　鹏	中山大学资讯管理学院
徐　雷	武汉大学信息管理学院
杨鹤林	暨南大学图书馆
杨思洛	武汉大学信息管理学院
杨新涯	重庆大学图书馆
查先进	武汉大学信息管理学院
张金柱	南京理工大学
张卫东	吉林大学管理学院
章成志	南京理工大学
赵栋祥	武汉大学信息资源研究中心
赵　飞	北京大学图书馆
赵宇翔	南京理工大学
周春雷	郑州大学信息管理学院